

UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA SUPORTE ESPACIAL E DE DECISÕES À GESTÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PARANÁ

Paulo Costa de Oliveira Filho¹; Saulo Vinicius Küster da Silva²

(recebido em 03.03.2010 e aceito para publicação em 15.09.2010)

RESUMO

Este artigo apresenta alguns resultados iniciais da implantação e utilização de um sistema de informações geográficas direcionado para a gestão da arborização urbana, e tem por objetivo avaliar as possibilidades do uso dessa ferramenta no Município de Guarapuava, Paraná. O sistema foi implementado com um *software* livre e abrangendo parte do centro da cidade. O modelo de dados foi orientado apenas a um objeto geográfico, representando as árvores da arborização urbana, e sua localização espacial em relação a componentes da infra-estrutura urbana, tais como logradouros e passeios pavimentados, rede de água, de esgoto, e de energia elétrica, entre outros serviços urbanos essenciais. Várias consultas foram elaboradas e algumas foram apresentadas neste trabalho. Os primeiros resultados demonstram que algumas funções utilizadas neste modelo de dados podem agilizar o controle operacional das atividades para suporte às decisões no manejo da arborização urbana.

Palavras-chave: Árvores de rua; banco de dados orientado ao objeto; planejamento e manutenção da arborização.

¹. Engenheiro Florestal, Doutor em Manejo Florestal pela UFPR, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus de Irati, Paraná, Departamento de Engenharia Ambiental, Irati, Paraná. paulocostafh@irati.unicento.br

². Engenheiro Florestal, Especialista em Gestão ambiental pela UNICENTRO, Prefeitura Municipal de Guarapuava, Horto Florestal, Guarapuava, Paraná. svkuster@yahoo.com.br



AN INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT SPATIAL AND DECISIONS OF THE MANAGEMENT IN URBAN AFFORESTATION GUARAPUAVA, PARANA

ABSTRACT

This article presents some initial results of the implementation and use of a geographic information system directed to the management of urban forestry, which aims to assess the possibilities of using this tool in the town of Guarapuava, Parana state. The system was implemented with a free software, and included part of Guarapuava's downtown. The data model was oriented only towards a geographical object, representing the trees in urban tree planting, and its spatial location in relation to components of the urban infrastructure, such as public parks and paved walks, water supply, sewage, and electrical energy, among other essential urban services. Several consultations have been prepared and some are presented in this paper. The first results show that some functions used in this data model can streamline the operational control of activities for decision-making assistance in the management of urban tree planting.

Keywords: Street trees; database object-oriented; planning and maintenance of tree planting.

INTRODUÇÃO

A arborização urbana é um patrimônio público e deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações (BIONDI e ALTHAUS, 2005). Por meio das características naturais das árvores, a arborização nas cidades propicia sombra para pedestres e veículos, redução da poluição sonora, melhoria da qualidade do ar, redução da amplitude térmica e equilíbrio estético, que ameniza a diferença entre a escala humana e outros componentes arquitetônicos, como prédios, muros e grandes avenidas (SILVA FILHO et al., 2002).

Devido a essas razões surge a importância de se adotarem práticas de manejo adequadas para árvores urbanas. Porém, para que esse manejo seja adequado, há a necessidade de se conhecer bem esse patrimônio arbóreo através de um inventário e diagnóstico da arborização.



De acordo com Biondi e Althaus (2005), os objetivos gerais da avaliação da arborização podem ser resumidos em: monitoramento da arborização; aperfeiçoamento das práticas de manejo; diagnóstico para o replanejamento e apoio para o planejamento de novas áreas. Outros objetivos mais específicos também podem ser considerados, como: preparação de um programa de gerenciamento das árvores; identificação das necessidades de manejo; definição de prioridades nas intervenções; localização de áreas para o plantio e localização de árvores com necessidade de tratamento (TAKAHASHI apud FRANCO, 2006).

No entanto, para atender a esses objetivos, deve-se obter uma grande quantidade de dados, pois cada árvore deve ser avaliada individualmente e as informações sobre as características do local onde ela se encontra também devem ser consideradas e registradas. Esses dados dispostos em formato analógico tornam-se obsoletos com o tempo, pois sua atualização e manipulação são difíceis e demoradas. Da mesma maneira, os mapas digitais comuns possuem utilidade limitada, por não apresentarem muitos recursos interativos e visuais (FRANCO, 2006).

Essas informações devem estar organizadas de forma sistematizada por meio de sistemas computadorizados através da criação um de banco de dados relacional, que permita explorar o potencial das informações disponíveis, possibilitando uma gestão eficiente desses dados. Porém, para o manejo da arborização, é indispensável o uso de dados geográficos obtidos através de medições topográficas, técnicas de sensoriamento remoto, receptores de GPS, etc. Surge, então, a necessidade de relacionar esses dados geográficos com os dados alfanuméricos através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) (ACCIOLY, 2006).

Para Câmara et al. (1996), tais sistemas permitem a integração, numa única base de dados, de informações geográficas provenientes de fontes diversas (dados cartográficos, cadastros urbano e rural, imagens de satélite, etc), e oferecem mecanismos para recuperar, manipular e visualizar esses dados.

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) é empregado para sistemas que recuperam informações não apenas com base em sua localização espacial, mas também com base em suas características alfanuméricas. Todas as informações disponíveis estão inter-relacionadas em uma localização geográfica comum (DAVIS e CÂMARA, 2001).

Conforme FERRARI, 1997, a implementação de um sistema de informações geográficas pode se tornar uma viagem sem rumo se mal dimensionado e muito amplo. O

mesmo autor defende que um projeto em ambiente SIG deve ser direcionado para uma aplicação específica.

Partindo desse contexto, foi criado um banco de dados orientado ao objeto com características de um protótipo, especificamente para esta finalidade, através da integração entre o objeto geográfico árvore, representado por entidades pontuais, e informações obtidas através de um inventário da arborização urbana, com o objetivo de demonstrar a importância de um Sistema de Informações Geográficas no suporte a decisões do manejo da arborização urbana. Como diferencial em relação a outros trabalhos, o projeto em ambiente SIG é construído especificamente para o manejo da arborização urbana, além de considerar inicialmente uma pequena área central do Município de Guarapuava, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo é essencialmente residencial e está localizada dentro da região central do perímetro urbano do Município de Guarapuava – PR, possuindo uma área de 0,15 km² com os limites definidos por uma avenida e três ruas: Avenida Manoel Ribas, Rua Xavier da Silva, Rua Arlindo Ribeiro e Rua Barão do Rio Branco, entre as coordenadas E=452077,1 a E=453961,8 e N=7190657,9 a N=7192573,3 do sistema UTM/ Fuso 22 (Figura 1).

O Município de Guarapuava situa-se no Centro-Sul do Estado do Paraná, no terceiro planalto paranaense, também chamado de Planalto de Guarapuava, a 1120 m de altitude. Localiza-se à 260 km de distância da capital, Curitiba. O clima, de acordo com a Classificação Internacional de Köppen é Cfb, ou seja, subtropical úmido mesotérmico, com temperatura média no mês mais quente inferior a 22 °C e no mês mais frio inferior a 18 °C, com precipitação média anual de 1200 mm, não apresentando estação seca (IAPAR, 2000).

Diversos fatores foram levados em consideração para a escolha da área de estudo. A área em questão encontra-se na região central da cidade e é uma das áreas com maior frequência de arborização urbana, além de dispor de toda uma infra-estrutura urbana, possuindo rede viária com ruas e passeios pavimentados, rede de água, de esgoto, e de energia elétrica, entre outros serviços urbanos essenciais.



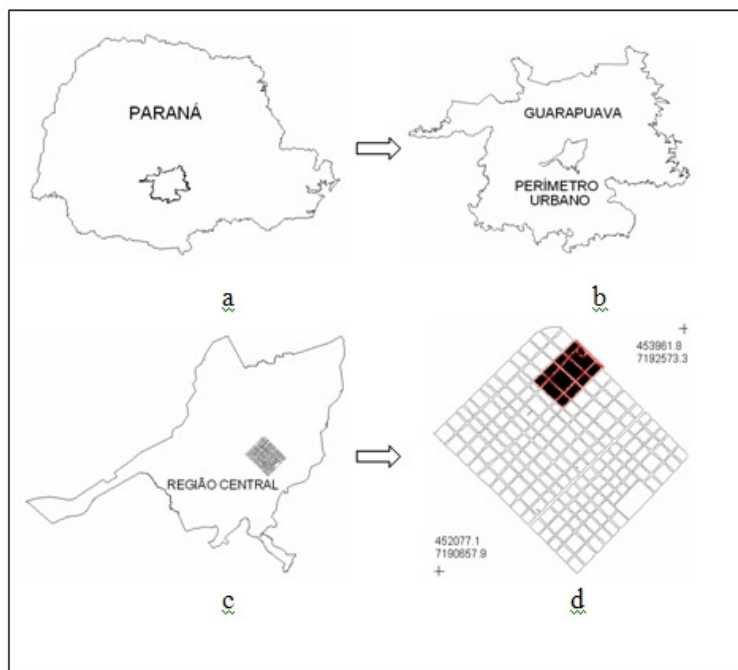


FIGURA 1 – Contexto geográfico do Município de Guarapuava e de seu perímetro urbano (itens a e b), a localização da região central e da área de estudo, demarcada em preto (itens c e d).

FIGURE 1 – Geographical context of the town of Guarapuava and its urban area (items a and b) and the location of the central region and the study area, marked in black (items c and d).

Material

Para a realização do inventário da arborização viária foram utilizados os seguintes equipamentos:

- fitas métricas para medição da circunferência à altura do peito (CAP), que posteriormente foi convertida para diâmetro (DAP);
- clinômetro eletrônico Haglof para medição da altura total e da altura da primeira bifurcação das árvores;
- trena com 20 m de comprimento para medir as larguras das calçadas, e para medir a distância entre o operador do clinômetro e a base da árvore, para o ajuste do aparelho e medição das alturas.

Para elaboração do banco de dados geográfico foram utilizados os seguintes dados:

- a) arquivo digital em formato vetorial (.dxf) contendo a localização das quadras e das árvores, elaborado através de restituição fotogramétrica realizada em 1996, fornecido pelo CEPLUG (Centro de Planejamento Urbano de Guarapuava);
- b) arquivo digital em formato vetorial (.dxf) contendo a rede de esgoto e a rede de abastecimento de água, fornecido pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR);
- c) arquivo digital em formato vetorial (.dxf) com a localização dos postes e da rede de energia elétrica, fornecido pela Companhia Força e Luz do Oeste (Grupo REDE);
- d) conjunto de dados obtido através de inventário com informações sobre a arborização urbana viária da área de estudo;
- e) *software* AUTOCAD Map 2000 e *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) versão 4.3.3.

Metodologia

Inicialmente foi realizado o inventário da arborização viária localizada na área de estudo para formação do banco de dados alfanumérico contendo os atributos a serem associados. Foi elaborado um croqui para auxiliar a coleta de dados da arborização, contendo a localização das quadras e das árvores. A localização das árvores foi estabelecida através de restituição aerofotogramétrica realizada em 1996 e foi atualizada durante o inventário. Posteriormente, as árvores que constavam no croqui e que foram suprimidas com o passar do tempo, foram excluídas do arquivo digital, enquanto que as árvores remanescentes foram inventariadas.

As informações coletadas de cada indivíduo arbóreo foram: data da coleta, nome da via pública, número do imóvel, nome comum, nome científico, altura total, altura da primeira bifurcação, diâmetro à altura do peito (DAP), estado geral, presença de injúrias, presença de pragas e/ou doenças, necessidade de poda e largura da calçada onde a árvore se encontrava.

O resultado do inventário gerou informações sobre 205 árvores distribuídas em 4,55 km de calçadas.

Posteriormente, de posse dos arquivos digitais fornecidos pela prefeitura e pelas empresas de saneamento e de energia elétrica, foi realizada a adequação das bases



cartográficas no aplicativo AUTOCAD Map, onde somente as informações que se encontravam dentro da área e eram relevantes para os trabalhos foram consideradas e salvas.

Após o término dos trabalhos de preparação e coleta das informações espaciais e alfanuméricas foi iniciada a construção do modelo de dados.

Conforme Oliveira Filho (2001), o modelo genérico ou esquema conceitual de dados do SPRING é formado por planos de informação, geo-objetos e objetos não-espaciais (dados alfanuméricos).

O banco de dados espacial é estruturado em categorias e planos de informação. A estrutura do modelo de dados criado para esse trabalho pode ser visualizada na Tabela 1.

TABELA 1 – Estrutura do modelo de dados implementado.

TABLE 1 – Structure of the data model implemented.

CATEGORIA	MODELO	PLANOS DE INFORMAÇÃO
QUADRA	Temático	quadras nome_vias arvores
REDE_AGUA	Temático	rede_ferro rede_pvc
REDE_ELETRICA	Temático	postes rede_primaria rede_secundaria
REDE_ESGOTO	Temático	rede_ceramica
ARVORE_CAD	Cadastral	arborização_viaria
ARVORE_OBJ	Objeto	arvores

Com as bases cartográficas editadas, foi iniciada a importação dos dados vetoriais do CAD para o SIG em formato vetorial (.dxf) para seus respectivos planos de informação para estruturação do banco de dados espacial.

As árvores, definidas como objeto geográfico principal, representadas por pontos em seu plano de informação, foram transformadas em geo-objetos, e estes associados a rótulos identificadores para tornar possível sua conexão com o banco de dados alfanumérico. Na sequência, cada um dos 205 objetos árvores, foi associado às informações alfanuméricas obtidas no inventário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Das 205 árvores encontradas na área, a grande maioria estava representada por apenas uma espécie, a tipuana (*Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze), que totalizou 155 árvores. A segunda espécie mais freqüente foi o ligustro (*Ligustrum lucidum* W. T. Ainton), com 23 indivíduos. As outras 4 espécies, acácia (*Cassia speciosa* Schrad.), extremosa (*Lagerstroemia indica* L.), palmeira (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) e tarumã (*Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke), totalizaram 27 árvores. Esses números confirmam uma homogeneidade de espécies já encontrada por Loboda (2003), em trabalhos realizados na região central do perímetro urbano de Guarapuava.

A Figura 2 ilustra a interação da arborização viária com vários serviços urbanos existentes nas ruas, nesse caso, a rede de energia elétrica, a rede de abastecimento de água e a rede de esgoto, esses dois últimos subterrâneos, e muitas vezes desconsiderados no planejamento. Essas informações, disponíveis no banco de dados espacial, são fundamentais quando se quer implantar a arborização, pois elas irão influenciar na escolha da espécie e do local mais adequado para o plantio e substituição de árvores. A partir das informações disponíveis no banco de dados, foram realizadas várias consultas baseadas nos atributos (dados alfanuméricos), através de expressões lógicas e também por agrupamento.

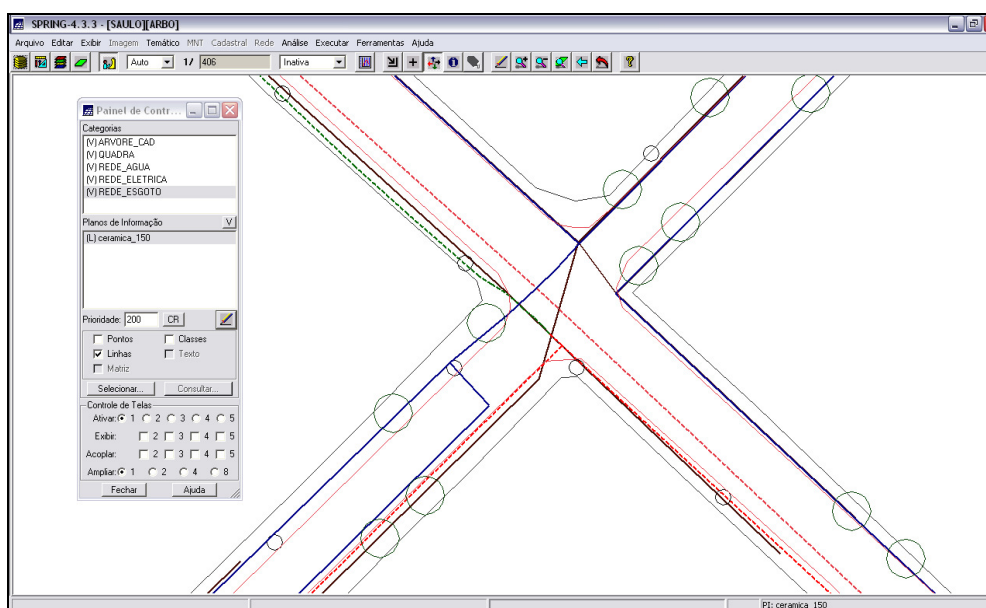


FIGURA 2 – Visualização das entidades gráficas circulares representando árvores e de alguns serviços urbanos tais como rede de água e esgoto

FIGURE 2 – Display of circular graphic entities representing trees and some urban services such as water supply and sewage.

Na arborização urbana é imprescindível que o SIG seja orientado principalmente às árvores, pois elas são consideradas como principais elementos de intervenção. Na Figura 3 pode-se visualizar uma seleção simples de um geo-objeto “árvore”, em que são disponibilizados, na tela do aplicativo, todos os atributos relativos àquele indivíduo selecionado.

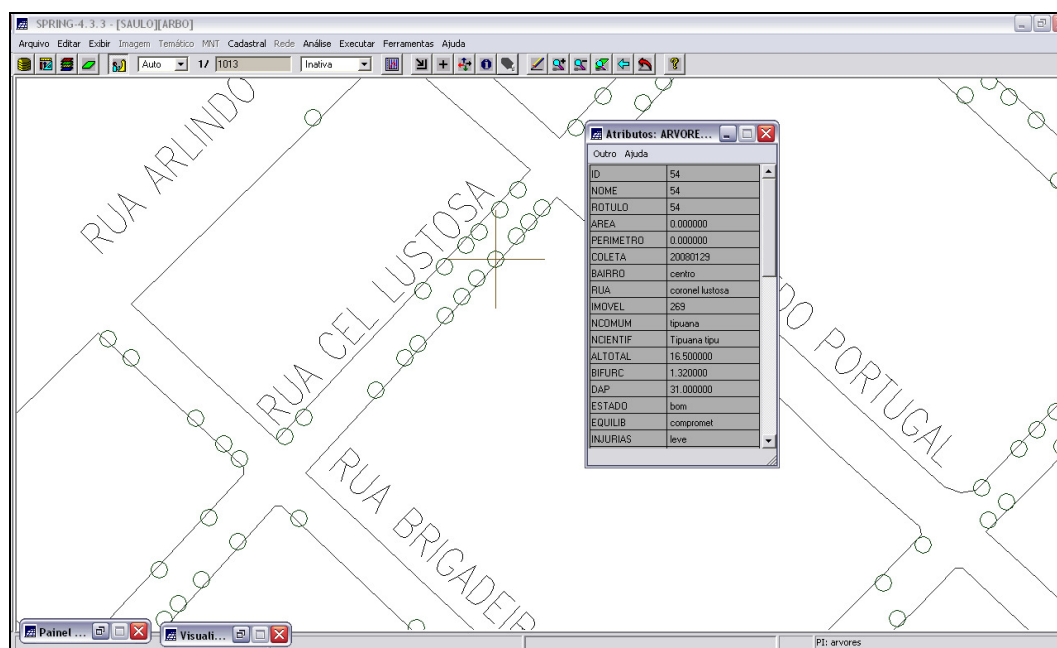


FIGURA 3 – Visualização dos atributos através da seleção de um geo-objeto.

FIGURE 3 – View of the attributes by selecting a geo-object.

Na Figura 4 tem-se um exemplo de uma seleção de objetos realizada através de uma consulta por expressão lógica. Foi solicitado ao sistema que selecionasse todas as árvores que estivessem infestadas por erva-de-passarinho, um parasita comumente encontrado em árvores urbanas, utilizando a seguinte expressão:

CG000003->INFEST = 'ervapass'

Essa expressão contém a localização da tabela onde se encontram os dados alfanuméricos (CG000003), e também qual o atributo solicitado na consulta (INFEST), que nesse caso corresponde às arvores infestadas pelo parasita.

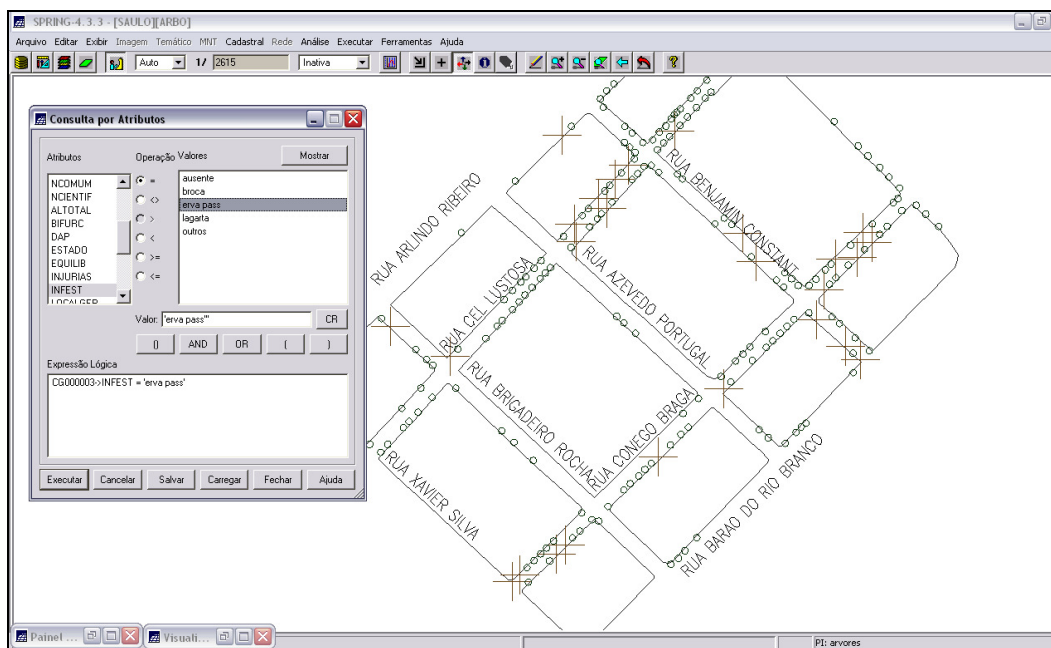


FIGURA 4 – Seleção de todas as árvores infestadas por erva-de-passarinho através de uma consulta feita por expressão lógica.

FIGURE 4 – Selection of all trees infested by mistletoe through a query made by logical expression.

No entanto, o sistema permite consultas por expressões lógicas envolvendo vários atributos. Na Figura 5 pode-se visualizar uma consulta que atende a três atributos, realizada através da seguinte expressão:

CG000003->NCIENTIF = 'Tipuana tipu' .AND.CG000003->INFEST = 'erva pass'
 .AND.CG000003->RUA = 'conego braga'

Nessa simulação foi pedido ao sistema que selecionasse todas as árvores da espécie *Tipuana tipu*, infestadas por erva-de-passarinho e localizadas na Rua Cônego Braga. A espécie está representada pelo atributo "NCIENTIF", o tipo de infestação representado pelo atributo "INFEST" e o nome da rua representado pelo atributo "RUA".

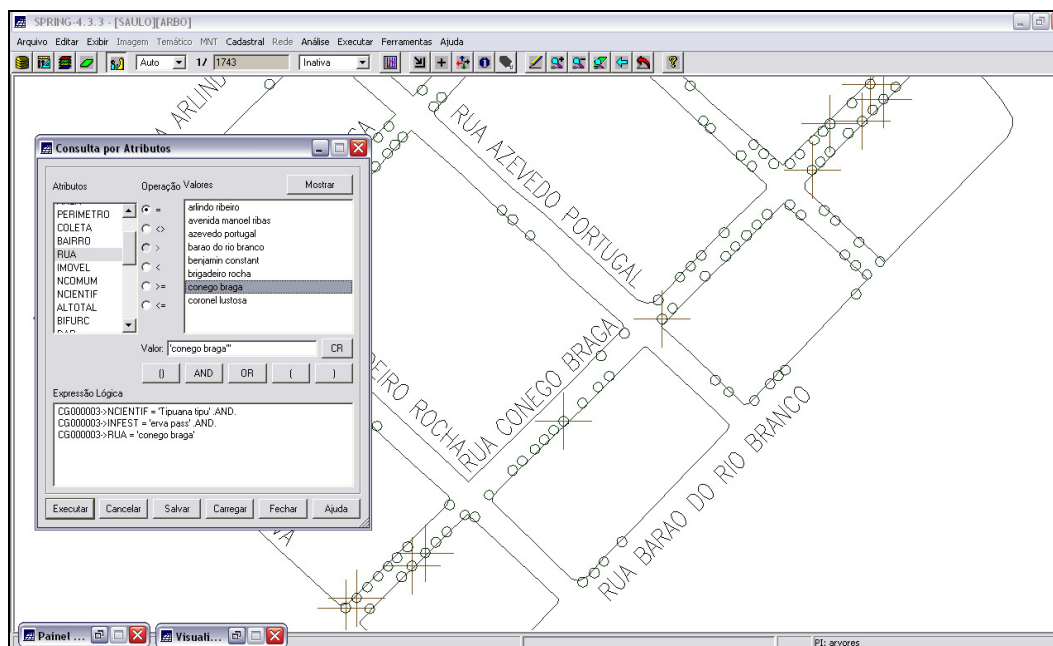


FIGURA 5 – Consulta por expressão lógica para seleção de todas as árvores da espécie *Tipuana tipu*, infestadas por erva-de-passarinho e localizadas na Rua Cônego Braga.

FIGURE 5 – Browse by logical expression to select all the trees of the species *Tipuana tipu* infested by mistletoe and located at Cônego Braga street.

Outra ferramenta utilizada é a consulta por agrupamento. Dentro dessa função existem vários modos de agrupamento, dentre eles o modo "valor único", que separa em grupos objetos com características bem definidas. O sistema determina automaticamente diferentes cores para cada grupo ou classe, definindo os objetos com valores em comum dentro de um mesmo atributo.

Um exemplo dessa forma de consulta é apresentado na Figura 6. O atributo "NCOMUM", que representa o nome comum das espécies encontradas, possui 6 (seis) valores, que correspondem ao número de espécies existentes na área (acácia, extremosa, ligustro, palmeira, tarumã e tipuana), então, nessa consulta o sistema gerou seis grupos com cores distintas, agrupando as árvores de acordo com seu nome comum ou espécie.

A Figura 7 apresenta a mesma operação, porém dessa vez foi solicitado ao sistema que agrupasse as árvores de acordo com o atributo "ESTADO", que representa o estado geral das árvores. A consulta gerou 4 (quatro) grupos: ótimo, bom, regular e péssimo.

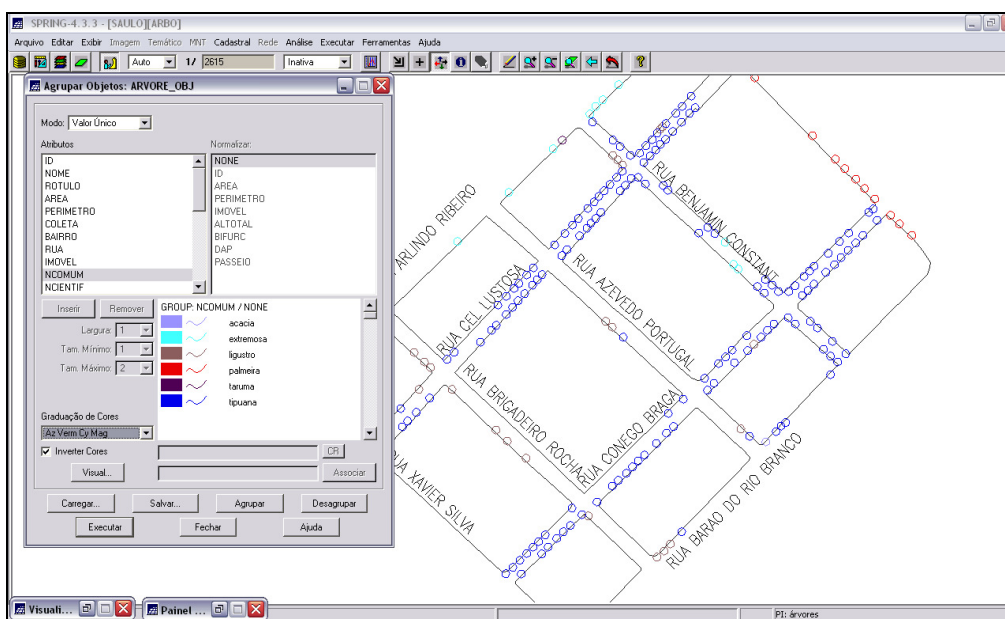


FIGURE 6 – Simulação de uma consulta por agrupamento no modo “valor único” onde as árvores foram agrupadas de acordo com seus nomes comuns

FIGURE 6 – Simulation of a query by grouping in the "unique value", where the trees were grouped according to their usual names.

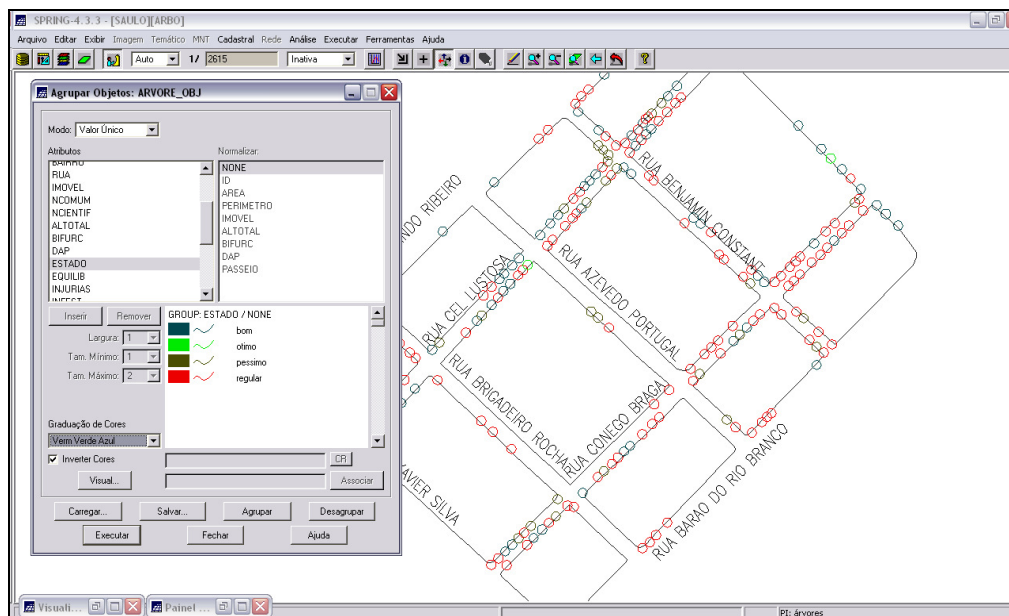


FIGURA 7 – Simulação de uma consulta feita por agrupamento no modo "valor único" onde as árvores foram agrupadas de acordo com seu estado geral

FIGURE 7 – Simulation of a query made by grouping in the "unique value", where the trees are grouped according to their general status.

Outro modo de agrupamento utilizado foi o modo "passo igual". Essa forma de agrupamento gera grupos de objetos de acordo com a amplitude dos valores (valor máximo e mínimo) e o intervalo desejado dentro de cada grupo.

A Figura 8 mostra uma simulação de uma consulta onde as árvores foram agrupadas de acordo com seu DAP. Como nesse caso a amplitude dos valores foi de 67 cm e o intervalo dentro de cada grupo foi fixado em 10 cm, sete grupos foram gerados.

Da mesma maneira outros agrupamentos podem ser feitos com base em outros atributos, como: altura total, altura da primeira bifurcação e largura das calçadas.

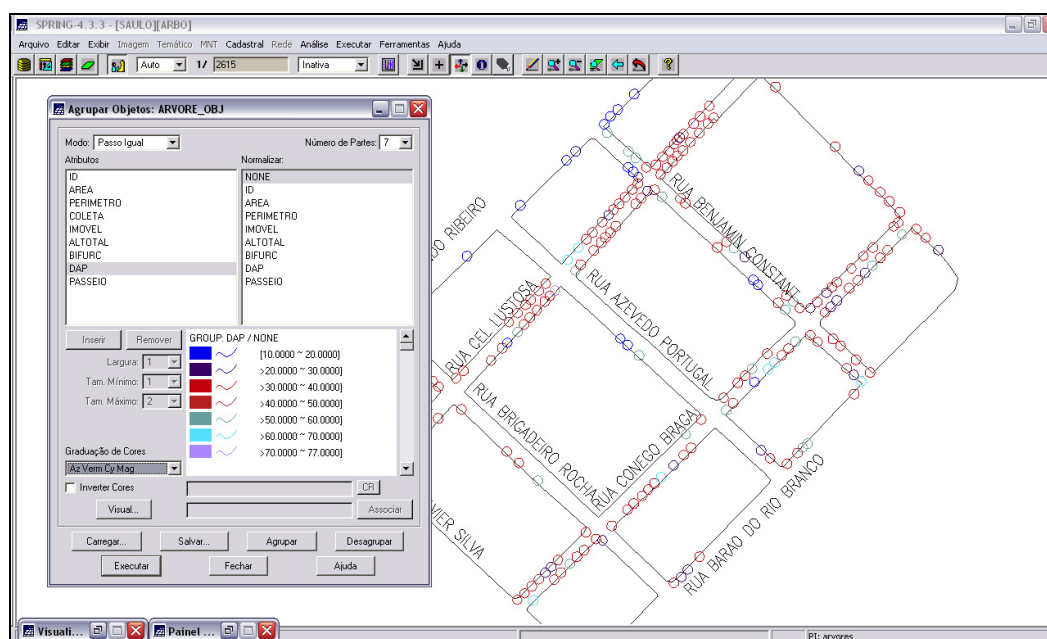


FIGURA 8 – Simulação de uma consulta feita por agrupamento no modo "passo igual" onde as árvores foram agrupadas de acordo com seus diâmetros (DAPs)

FIGURE 8 – Simulation of query made by grouping in the "same step", where the trees were grouped according to their diameters.

O inventário da arborização urbana viária através da coleta de informações de cada árvore, com objetivo de se construir um diagnóstico geral da arborização, não pode ser considerado como finalização de um trabalho em gestão da arborização urbana, mas o início. Essas informações alfanuméricas, integradas a dados espaciais através de um SIG, permitem uma melhor programação das atividades relacionadas no manejo da arborização, tais como: programação de podas, controle de pragas, reposição de árvores, cuidados com

as demais estruturas existentes nos passeios, como tubulações de água e esgoto, fiações elétricas, de internet, TV a cabo, entre outras.

CONCLUSÕES

- A construção de um modelo de dados em ambiente SIG, orientado ao objeto geográfico "árvore", foi possível devido à disponibilidade dos dados com a localização das árvores, obtidos através de restituição aerofotogramétrica realizada em 1996;
- Com o sistema proposto implementado, foi possível visualizar todos planos de informação e suas relações com a arborização urbana viária.
- As consultas que puderam ser realizadas com o modelo de dados proposto, demonstraram ter grande potencial como ferramenta para o monitoramento e manejo da arborização urbana viária;
- Em caso de implantação da arborização em novas áreas, os dados espaciais disponíveis no sistema têm grande importância e devem ser considerados no planejamento, para que assim possam ser evitados problemas futuros, que acabam levando a práticas de manejo inadequadas e até mesmo à supressão das árvores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, P. **O uso de banco de dados e geoferramentas para a gestão de dados oriundos de unidades de conservação da natureza: estudo de caso.** 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BIONDI, D.; ALTHAUS. M. **Árvores de Rua de Curitiba: cultivo e manejo.** Curitiba: FUPEF, 2005. 182 p.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. (1996). **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP. 197p.
- DAVIS, C.; CÂMARA, G. **Arquitetura de sistemas de informações geográficas.** In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. *Introdução à Ciência da Geoinformação.* São José dos Campos: Inpe, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>>. 3 p. Acesso em: 29 dez. 2007.



- FERRARI, R. **Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica**. Curitiba: Sagres, 1997. 174p.
- FRANCO, V. S. M. **Gerenciamento da arborização na área do campus UFMG utilizando ferramentas SIG**. Belo Horizonte. 2006. 38 p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina, 2000. v.1.0. CD ROM.
- LOBODA, C. R. **Estudo das áreas verdes urbanas de Guarapuava - PR**. 2003. 160 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.
- OLIVEIRA FILHO, P. C. **Implementação de sistemas de informação geográfica para a gestão da empresa florestal**. 2001. 152 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- SILVA FILHO, D.F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. **Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas**. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 629-642, 2002.